



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



***REVERSE ENGINEERING* ALAT Uji GETARAN  
MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DAN  
SISTEM PENGUKURAN FREKUENSI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh  
**Roqib Alfiansyah**  
**NIM.2302311085**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI DIII – TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**  
**JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



***REVERSE ENGINEERING* ALAT UJI GETARAN  
MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DAN  
SISTEM PENGUKURAN FREKUENSI**

DRAFT  
LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh  
**Roqib Alfiansyah**  
**NIM.2302311085**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI DIII – TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**  
**JULI, 2026**



**Hak Cipta:**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

***REVERSE ENGINEERING ALAT UJI GETARAN MENGGUNAKAN  
FINITE ELEMENT ANALYSIS DAN SISTEM PENGUKURAN  
FREKUENSI***

Oleh  
Roqib Alfiansyah  
NIM.2302311085  
Program Studi D-III Teknik Mesin

Pembimbing 1

Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng.  
NIP. 198901312019031009

Pembimbing 2

Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T.  
NIP. 199302222024061001

Ketua Program Studi  
D-III Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.  
NIP. 199311302023212045





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN**

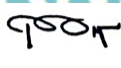
**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**REVERSE ENGINEERING ALAT UJI GETARAN MENGGUNAKAN  
FINITE ELEMENT ANALYSIS DAN SISTEM PENGUKURAN  
FREKUENSI**

Oleh  
Roqib Alfiansyah  
NIM.2302311085  
Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 09, juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi  
Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

**Dewan Penguji :**

| No. | Nama                             | Posisi Penguji | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal    |
|-----|----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.  | Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T. | Ketua          |  | 15/07/2026 |
| 2.  | Budi Yuwono, S.T.                | Anggota        |  | 14/07/2026 |
| 3.  | Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T.     | Anggota        |  | 14/07/2026 |

Depok 15 Juli.....2026

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.  
NIP.197602252000121002



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Roqib Alfiansyah

NIM : 2302311085

Program Studi : DIII-Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 15 Juli 2026



Roqib Alfiansyah  
NIM.2302311085





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## REVERSE ENGINEERING ALAT UJI GETARAN MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DAN SISTEM PENGUKURAN FREKUENSI

Roqib Alfiansyah<sup>1)</sup>, Pribadi Mumpuni Adhi<sup>1)</sup>, Andy Permana Rusdja<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
Kampus UI Depok, 16424

Email: [roqib.alfiansyah.tm23@stu.pnj.ac.id](mailto:roqib.alfiansyah.tm23@stu.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

Alat uji getaran (*seismic test*) merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan dan keandalan suatu komponen atau produk terhadap kondisi operasional tertentu. Alat ini bekerja dengan Gerakan periodik untuk mensimulasikan beban dinamis berupa getaran. Hasil observasi di PT Pancaran Teknologi Investindo menunjukkan bahwa alat uji getaran yang digunakan belum memiliki dokumentasi teknis yang lengkap, dan tidak adanya sistem monitoring frekuensi getaran secara langsung. Maka dari itu dilakukan perancangan ulang alat uji getaran dengan menggunakan metode *reverse engineering* untuk menghasilkan dokumen teknis alat serta mengetahui kekuatan struktur dari alat. Analisis kekuatan struktur dilakukan dengan menggunakan *finite element analysis* (FEA) untuk mengetahui nilai Tegangan *von Mises*, regangan (*strain*), perpindahan (*displacement*), faktor keamanan (FOS) dan Modal analisis dari alat. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem pengukuran frekuensi yang berbasis sensor *proximity switch* untuk monitoring frekuensi kerja alat alat.

Hasil analisis dari penelitian ini didapatkan statis base penggerak atas dengan nilai tegangan maksimum sebesar 43,41 MPa, deformasi maksimum 0,176 mm, regangan sebesar  $3,9 \times 10^{-4}$ , dan faktor keamanan 5,6. Untuk connecting rods diperoleh tegangan maksimum sebesar 188,93 MPa, deformasi maksimum 0,210 mm, regangan 0,002, dan fos 1,3. Analisis *centrifugal load* pada komponen eksentrik menghasilkan tegangan maksimum sebesar 30,50 MPa, deformasi maksimum 0,035 mm, serta fos sebesar 8. Seluruh hasil nilai analisis masih berada di bawah tegangan luluh material SS400 yaitu 245 MPa sehingga struktur rangka dinyatakan aman. Selanjutnya untuk hasil *modal analysis* frekuensi natural mode utama base penggerak atas sebesar 77,40 Hz dan *connecting rods* sebesar 97,82 Hz. Berdasarkan separation margin yang telah ditetapkan, diperoleh rentang frekuensi kerja yang aman sehingga berkurangnya risiko resonansi komponen. Selain itu, sistem monitoring frekuensi berbasis *proximity switch* sensor telah berhasil dirancang, dibuktikan melalui 3 hasil pengujian, dengan akumulasi dari nilai frekuensi ke kecepatan putar, yaitu kecepatan 1 hingga 3 di 630Rpm – 687Rpm, sensor ini dapat memantau frekuensi secara real-time sesuai kebutuhan pengujian

Kata kunci: alat uji getaran, *reverse engineering*, FEA, *modal analysis*, frekuensi natural, monitoring frekuensi.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## **REVERSE ENGINEERING ALAT UJI GETARAN MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALYSIS DAN SISTEM PENGUKURAN FREKUENSI**

**Roqib Alfiansyah<sup>1)</sup>, Pribadi Mumpuni Adhi<sup>1)</sup>, Andy Permana Rusdja<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [roqib.alfiansyah.tm23@stu.pnj.ac.id](mailto:roqib.alfiansyah.tm23@stu.pnj.ac.id)

### **ABSTRACT**

A vibration test machine (seismic test) is a device used to evaluate the durability and reliability of a component or product under specific operational conditions. This machine operates using periodic movements to simulate dynamic loads in the form of vibrations. Observations at PT Pancaran Teknologi Investindo indicate that the vibration test machine currently in use lacks complete technical documentation and does not have a system for directly monitoring vibration frequency. Therefore, the vibration test equipment was redesigned using the reverse engineering method to produce technical documentation for the equipment and to determine its structural strength. Structural strength analysis was performed using finite element analysis (FEA) to determine the von Mises stress, strain, displacement, safety factor (FOS), and modal analysis of the equipment. Subsequently, a frequency measurement system based on proximity switch sensors was designed to monitor the operating frequency of the equipment.

The results of this study's analysis showed that the upper drive base had a maximum stress of 43.41 MPa, a maximum deformation of 0.176 mm, a strain of  $3.9 \times 10^{-4}$ , and a safety factor of 5.6. For the connecting rods, the maximum stress was 188.93 MPa, the maximum deformation was 0.210 mm, the strain was 0.002, and the safety factor was 1.3. The centrifugal load analysis on the eccentric component yielded a maximum stress of 30.50 MPa, a maximum deformation of 0.035 mm, and a safety factor of 8. All analysis results remain below the yield strength of SS400 material, which is 245 MPa; therefore, the frame structure is deemed safe. Furthermore, the modal analysis results show that the natural frequency of the main mode for the upper drive base is 77.40 Hz and for the connecting rods is 97.82 Hz. Based on the established separation margin, a safe operating frequency range was determined, thereby reducing the risk of component resonance. Additionally, a frequency monitoring system based on proximity switch sensors has been successfully designed, as demonstrated by three test results. By correlating frequency values with rotational speed—specifically speeds 1 through 3 ranging from 630 RPM to 687 RPM—this sensor can monitor frequency in real time as required for testing.

**Keywords:** vibration test equipment, reverse engineering, FEA, modal analysis, natural frequency, frequency monitoring.





## KATA PENGANTAR

uji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Reverse Engineering* Alat Uji Getaran Menggunakan *Finite Element Analysis* dan Sistem Pengukuran Frekuensi”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya pantas diberikan kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing II, yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Bapak Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T., Bapak Budi Yuwono, S.T., Bapak Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc., dan seluruh bapak / ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah meluangkan waktunya untuk mendidik hingga sampai tahap ini.
6. Segenap pimpinan dan karyawan PT. Pancaran Teknologi Investindo yang telah memberikan peluang sehingga penulis dapat membuat penelitian dengan judul ini.
7. Kedua orang tua, yang selalu mendoakan, memberi dukungan, memfasilitasi dan mendampingi hingga tugas akhir ini dapat selesai.
8. Kepada bude Isti dan sekeluarga yang mendampingi dari awal kuliah hingga sampai pada tahap ini.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Dila Ajeng Ardianti, rekan yang selalu memberikan bantuan selama penulisan melalui *review* atau pun memberitahu kekurangan penelitian.
10. Kepada rekan terdekat, yang menemani dari awal semester hingga saat ini, Tofikur Rohman, Teguh Fitriyanto dan Ridho Fadhil R.
11. Seluruh teman – teman seangkatan, KSM Molis, dan KSM Teknik Mesin seperjuangan yang selalu menjadi rumah dan tempat mencurahkan keletihan dikala sibuknya kuliah.





## DAFTAR ISI

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                                             | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                              | ii   |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....                                                  | iii  |
| ABSTRAK.....                                                                         | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                                                  | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                                                      | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                                   | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                                                    | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                 | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                             | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                           | 3    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                                             | 4    |
| 1.5 Manfaat.....                                                                     | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                                                       | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                         | 6    |
| 2.1 Getaran ( <i>Vibration</i> ).....                                                | 6    |
| 2.1.1 Pengertian Getaran.....                                                        | 6    |
| 2.1.2 Jenis-Jenis Getaran.....                                                       | 8    |
| 2.2 Alat Uji Getaran ( <i>Seismic Test</i> ).....                                    | 9    |
| 2.2.1 Prinsip Kerja Alat Uji Getaran ( <i>Seismic Test</i> ).....                    | 9    |
| 2.2.2 Komponen Utama Alat Uji Getaran.....                                           | 10   |
| 2.2.3 <i>Standart International Electrotechnical 60068-2-6 (IEC 60068-2-6)</i> ..... | 11   |
| 2.2.4 Gaya Sentrifugal.....                                                          | 11   |
| 2.2.5 Kaitan dengan Penelitian.....                                                  | 11   |
| 2.3 <i>Reverse Engineering</i> .....                                                 | 12   |
| 2.3.1 Pengertian <i>Reverse Engineering</i> .....                                    | 12   |
| 2.3.2 Tujuan <i>Reverse Engineering</i> .....                                        | 12   |
| 2.3.3 Tahapan <i>Reverse Engineering</i> .....                                       | 13   |





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                    |                                                              |    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.4                                | Beban Dinamis .....                                          | 13 |
| 2.4.1                              | Perbedaan Statis Dan Dinamis .....                           | 14 |
| 2.4.2                              | Jenis- Jenis Beban Dinamis.....                              | 14 |
| 2.4.3                              | Aplikasi pada Alat Uji Getaran ( <i>seismic test</i> ) ..... | 15 |
| 2.5                                | Mekanisme Eksentrik .....                                    | 15 |
| 2.6                                | Analisis Kekuatan Struktur .....                             | 16 |
| 2.6.1                              | <i>Stress</i> (Tegangan).....                                | 16 |
| 2.6.2                              | <i>Strain</i> (Regangan) .....                               | 16 |
| 2.6.3                              | <i>Displacement</i> (Deformasi) .....                        | 16 |
| 2.6.4                              | <i>Factor of Safety</i> (FOS) .....                          | 16 |
| 2.7                                | FEA ( <i>Finite Elemen Analysis</i> ).....                   | 17 |
| 2.7.1                              | Metode FEA .....                                             | 18 |
| 2.8                                | <i>Modal Analysis</i> .....                                  | 19 |
| 2.8.1                              | Definisi <i>Modal Analysis</i> .....                         | 19 |
| 2.8.2                              | <i>Natural Frequency</i> .....                               | 19 |
| 2.8.3                              | Mode Shap .....                                              | 19 |
| 2.8.4                              | Pentingnya <i>Modal Analysis</i> dalam Penelitian .....      | 19 |
| 2.8.5                              | Resonansi .....                                              | 20 |
| 2.8.6                              | Aplikasi pada Alat Uji Getaran .....                         | 20 |
| 2.9                                | Material SS400.....                                          | 20 |
| 2.10                               | Sistem Monitoring frekuensi.....                             | 21 |
| 2.10.1                             | Definisi Monitoring frekuensi.....                           | 21 |
| 2.10.2                             | Prinsip Pengukuran Frekuensi getaran .....                   | 21 |
| 2.10.3                             | Sensor <i>Proximity Switch</i> .....                         | 22 |
| 2.10.4                             | Implementasi untuk pembacaan frekuensi .....                 | 24 |
| 2.10.5                             | Analisis Data Frekuensi .....                                | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... |                                                              | 25 |
| 3.1                                | Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....                    | 25 |
| 3.2                                | Penjelasan Langkah Kerja.....                                | 26 |
| 3.2.1                              | Observasi Alat.....                                          | 26 |
| 3.2.2                              | Identifikasi masalah .....                                   | 26 |
| 3.2.3                              | Studi Literatur .....                                        | 27 |
| 3.2.4                              | Pengumpulan Data .....                                       | 27 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                  |                                                                                  |    |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5                              | Reverse Engineering .....                                                        | 27 |
| 2.6                              | Penentuan Parameter Simulasi .....                                               | 27 |
| 2.7                              | Penentuan Frekuensi Kerja .....                                                  | 28 |
| 2.8                              | Penentuan Material.....                                                          | 28 |
| 2.9                              | Simulasi FEA Dan <i>Modal Analysis</i> .....                                     | 28 |
| 2.10                             | Perancangan Sistem Sensor Proximity Switch .....                                 | 31 |
| 2.11                             | Pengujian Sistem Sensor .....                                                    | 32 |
| 2.12                             | Analisis Dan Evaluasi Kelayakan.....                                             | 33 |
| 2.13                             | Kesimpulan dan Saran.....                                                        | 33 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... |                                                                                  | 34 |
| 4.1                              | Analisis kekuatan struktur menggunakan <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)..... | 34 |
| 4.1.1                            | Parameter Pengujian Dan Perhitungan Dasar .....                                  | 34 |
| 4.1.2                            | Analisis gaya statis base penggerak atas .....                                   | 35 |
| 4.1.3                            | Analisis gaya Connecting rods.....                                               | 37 |
| 4.1.4                            | Analisis <i>Centrifugal Load Eksentrik</i> .....                                 | 39 |
| 4.2                              | Analisis Modal Alat Uji Getaran.....                                             | 41 |
| 4.2.1                            | Analisis Frekuensi natural Base penggerak atas .....                             | 41 |
| 4.2.2                            | Analisis frekuensi natural <i>Connecting rods</i> .....                          | 43 |
| 4.3                              | Perancangan sistem monitoring frekuensi Berbasis <i>Proximity Switch</i> .       | 45 |
| 4.3.1                            | Perancangan Rangkaian Sensor <i>Proximity Switch</i> .....                       | 45 |
| 4.3.2                            | Pengujian Rangkaian <i>Proximity Switch Sensor</i> .....                         | 48 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....  |                                                                                  | 54 |
| 5.1                              | Kesimpulan .....                                                                 | 54 |
| 5.2                              | Saran.....                                                                       | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA.....              |                                                                                  | 56 |
| LAMPIRAN.....                    |                                                                                  | 59 |





## DAFTAR GAMBAR

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 gerak harmonik menggambarkan titik yang bergerak melingkar [12] | 6  |
| Gambar 2.2 Alat Uji Getaran .....                                          | 9  |
| Gambar 2.3 <i>Proximity switch</i> LJC18A .....                            | 23 |
| Gambar 3.1 Kondisi Alat Uji getaran ( <i>Seismic Test</i> ) .....          | 26 |
| Gambar 3.2 Titik Fix Dan Beban Base Penggerak Atas .....                   | 29 |
| Gambar 3.3 Titik Fix Dan Beban <i>Connecting Rods</i> .....                | 29 |
| Gambar 3.4 Titik Fix Dan Beban Eksentrik .....                             | 30 |
| Gambar 3.5 Rangkaian Sensor <i>Proximity Switch</i> .....                  | 31 |
| Gambar 3.6 Peletakan Sensor deteksi pada kipas .....                       | 32 |
| Gambar 3.7 Upload Program pada Arduino Ide .....                           | 32 |
| Gambar 3.8 Pengambilan Data Menggunakan <i>Cool term</i> .....             | 33 |
| Gambar 4.4 Hasil Analisis Statis Base Penggerak Atas .....                 | 35 |
| Gambar 4.5 Hasil Analisis <i>Connecting Rods</i> .....                     | 38 |
| Gambar 4.6 Hasil Analisis Eksentrik .....                                  | 40 |
| Gambar 4.7 Hasil Analisis Frekuensi Natural Base Penggerak Atas .....      | 42 |
| Gambar 4.8 Hasil Analisis Frekuensi Natural <i>Connecting Rods</i> .....   | 44 |
| Gambar 4.9 Hasil <i>Schematic Proximity Switch Sensor</i> .....            | 46 |
| Gambar 4.10 Rangkaian Komponen <i>Proximity Switch Sensor</i> .....        | 48 |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR TABEL

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Perbedaan beban statis dan dinamis [20] .....                     | 14 |
| Tabel 2.2 Nilai Safety Factor [25] .....                                    | 17 |
| Tabel 2.2 <i>Material Properties</i> SS400[30] .....                        | 21 |
| Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Capasitive Proximity Switch</i> .....              | 23 |
| Tabel 4.4 Hasil Nilai Analisis FEA Base Penggerak Atas .....                | 36 |
| Tabel 4.5 <i>Mass Properties</i> base penggerak atas .....                  | 37 |
| Tabel 4.6 Hasil Nilai Analisis FEA <i>Connecting Rods</i> .....             | 38 |
| Tabel 4.7 Hasil Nilai Analisis FEA Eksentrik .....                          | 40 |
| Tabel 4.8 Hasil Analisis Frekuensi Natural Base Penggerak Atas .....        | 41 |
| Tabel 4.9 Hasil Analisis Frekuensi Natural <i>Connecting Rods</i> .....     | 43 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sensor <i>Proximity Switch</i> kecepatan 1 ..... | 49 |
| Tabel 4.11 Hasil Pengujian Sensor <i>Proximity Switch</i> kecepatan 2 ..... | 50 |
| Tabel 4.12 Hasil Pengujian Sensor <i>Proximity Switch</i> kecepatan 3 ..... | 51 |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Hasil 10 Bentuk Frekuensi Natural Penggerak Atas ..... | 59 |
| Lampiran 2 Hasil 10 Bentuk Frekuensi Natural Connecting Rods..... | 60 |
| Lampiran 3 Program Arduino Sistem Sensor Proximity.....           | 61 |
| Lampiran 4 <i>Detail Engineering Design</i> Alat Uji Getaran..... | 61 |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pengujian dan manufaktur saat ini memerlukan adanya sistem yang dapat mensimulasikan kondisi kerja alat secara representatif sebelum penggunaan di lapangan. Metode yang sering digunakan adalah pengujian terhadap beban dinamis, beban dinamis merupakan beban yang dapat berubah terhadap waktu seperti halnya getaran dan guncangan. Beban ini dapat dihasilkan dari berbagai kondisi operasional, seperti gempa bumi, gelombang laut dan turbulensi yang sangat mungkin berpotensi mempengaruhi ketahanan struktur suatu produk[1]. Maka dari itu untuk memastikan keandalan dan keselamatan suatu komponen sebelum digunakan, pengujian terhadap beban dinamis merupakan aspek yang sangat penting[2].

Alat simulasi getaran atau *seismic test* merupakan perangkat yang digunakan untuk mensimulasikan getaran dinamis yang terkontrol[3]. Cara kerja alat ini yaitu dimana gerak rotasi diubah menjadi gerak translasi bolak-balik sehingga menghasilkan getaran dengan parameter tertentu, seperti frekuensi dan amplitudo. Salah satu faktor utama dalam pengujian yaitu frekuensi, hal ini karena frekuensi berkaitan langsung dengan respon dinamis struktur terhadap beban yang diberikan[4].

Terdapat dua hal yang sangat penting dalam pengembangan alat uji getaran (*seismic test*) yaitu dari segi perancangan dan sistem pengukuran. Guna memastikan bahwa alat mampu menahan beban kerja tanpa mengalami kegagalan, diperlukannya perancangan struktur yang baik, serta dengan analisis kekuatan struktur materialnya. Analisis tersebut pada umumnya menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) yang dapat menghasilkan distribusi tegangan (*von mises*), regangan (*strain*), deformasi (*displacement*) dan *Factor of Safety* (FOS) pada struktur[5]. Selain itu juga diperlukan analisis getaran seperti *modal analysis* untuk mengetahui karakteristik dinamis struktur[6].





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Di sisi lain, terus berkembangnya teknologi sensor memberikan berbagai alternatif dalam pengukuran parameter getaran. Seperti yang diketahui ada berbagai jenis sensor yaitu *accelerometer*, *displacement sensor*, dan *proximity switch sensor* yang digunakan dalam monitoring getaran[7]. Namun dalam kenyataannya masih terdapat sistem pengujian yang belum dilengkapi dengan sistem pengukuran digital secara langsung, sehingga hasil data yang diperoleh kurang akurat dan sulit untuk divalidasi. Ketidakpastian dalam proses pengujian disebabkan karena tidak adanya sistem monitoring frekuensi secara *real time*, sehingga dapat menurunkan validitas hasil uji yang diperoleh[8].

Berdasarkan hasil observasi di PT Pancaran Teknologi Investindo, alat uji getaran yang digunakan belum memiliki dokumentasi teknis yang lengkap, seperti model 3D, gambar kerja 2D, serta hasil analisis struktur. Selain itu, alat tersebut juga belum dilengkapi dengan sistem pengukuran yang mampu memantau frekuensi getaran meja uji secara real-time. Kondisi ini menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kondisi alat yang tersedia saat ini dan kebutuhan sistem pengujian yang tepat. Akibatnya, diperlukan upaya pengembangan untuk meningkatkan kualitas dan keandalan alat[9].

Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *reverse engineering* dapat digunakan untuk merekonstruksi desain alat yang sudah ada menjadi model yang terdokumentasi dengan baik[10]. Teknik ini mencakup proses pengukuran ulang, pembuatan model desain menggunakan SolidWorks, dan analisis struktur untuk memastikan kinerja dan keamanan alat. Selain itu, telah terbukti bahwa penggabungan sistem sensor berbasis digital dapat meningkatkan akurasi pengukuran parameter getaran, terutama frekuensi.

Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini berfokus pada perancangan ulang (*redesign*) alat uji getaran dengan menggunakan metode *reverse engineering*. Didukung dengan FEA (*finite element analysis*) dan analisis getaran digunakan untuk menganalisis kekuatan struktur. Selain itu, penelitian ini juga merancang



#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem pengukuran frekuensi menggunakan sensor *proximity switch*. Sistem ini memiliki kemampuan untuk memberikan informasi frekuensi secara langsung. Dengan pengembangan ini, alat uji getaran diharapkan memiliki dokumentasi teknis yang lengkap, struktur yang aman, dan sistem pengukuran yang lebih akurat. Hal ini diharapkan untuk meningkatkan validitas hasil pengujian baik dalam industri maupun akademik.

### 2.2 Rumusan Masalah

Setelah mengetahui latar belakang penelitian, maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan analisis struktur pada alat uji getaran menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) di SolidWorks untuk mengetahui nilai *stress*, *strain*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS)?
2. Bagaimana melakukan *modal analysis* pada alat uji getaran (*seismic test*) menggunakan SolidWorks untuk mengetahui frekuensi natural (*natural frequency*) struktur alat?
3. Bagaimana merancang sistem pengukur getaran berbasis *proximity switch* sensor?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka peneliti memiliki tujuan meliputi sebagai berikut:

1. Menganalisis kekuatan struktur utama pada alat uji getaran menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) di SolidWorks untuk mengetahui nilai *stress*, *strain*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS).
2. Melakukan modal analysis pada alat uji getaran (*seismic test*) menggunakan SolidWorks untuk mengetahui frekuensi natural (*natural frequency*) struktur alat?
3. Merancang sistem pengukur getaran berbasis *proximity switch* sensor





#### Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis memiliki batasan mengenai masalah yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut :

1. Perancangan ulang (redesain) dilakukan berdasarkan observasi dan pengukuran alat uji getaran yang ada tanpa mengubah prinsip kerja utama
2. Analisis struktur menggunakan CAD *software* SolidWorks berbasis FEA (*Finite Element Analysis*) dengan parameter tegangan, regangan, defleksi dan FOS.
3. Analisis getaran yang dilakukan hanya pada *modal analysis* untuk mengetahui karakteristik frekuensi alami struktur.
4. Tidak tersedia spesifikasi teknis alat sebelumnya sebagai data acuan penelitian
5. Hanya dilakukan perancangan dan pengujian fungsi rangkaian *proximity switch* sensor dengan frekuensi sebagai indikator getarannya.

#### 1.5 Manfaat

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan alat uji getaran (*seismic test*) meliputi perancangan, analisis struktur, dan pengujian getaran.
2. Meningkatkan kualitas alat uji getaran (*seismic test*), diharapkan dengan adanya perancangan ulang dan analisis kekuatan struktur serta arsip mengenai rangkaian *proximity switch* sensor alat ini menjadi lebih aman, andal dan mempunyai sistem monitor getaran secara *real time*.
3. Penelitian ini menghasilkan dokumentasi teknis berupa desain CAD, hasil analisis struktur serta rangkaian *proximity switch* sensor. Hal ini mempermudah pengembangan alat yang sudah ada.
4. Penelitian diharapkan dapat membantu sebagai acuan dalam pengembangan alat uji getaran demi menghasilkan validitas hasil pengujian dan memastikan keamanan struktur.





**Hak Cipta:**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 6. Sistematika Penulisan

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian untuk akademik maupun industri.

### 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas dasar teori dan referensi yang mendukung penelitian seperti konsep dasar pengujian getaran (*seismic test*), beban statis, dinamis, karakteristik getaran (frekuensi), metode *reverse engineering*, analisis struktur *Finite Element Analysis* (FEA) dengan parameter tegangan, regangan, defleksi, FOS, *modal analysis* dan Sensor *proximity Switch* dengan prinsip kerjanya

### 3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metodologi penelitian, bagaimana peneliti menyelesaikan masalah meliputi prosedur, pengumpulan data, analisis dan pengembangan. Secara garis besar peneliti menggunakan metode *reverse engineering*.

### 4. BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil dari penelitian serta analisis yang telah dilakukan, untuk lebih jelasnya hasil penelitian yang diharapkan yaitu model CAD *seismic test*, hasil analisis struktur, hasil *modal analysis*, dan perancangan atau rangkaian sistem sensor *proximity switch*.

### 5. BAB V PENUTUP

Kesimpulan dan saran dari keseluruhan hasil pembahasan, isi kesimpulan dan saran harus menjawab dan mempermudah pembaca untuk mendukung penelitian berikutnya.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *reverse engineering*, analisis struktur, analisis modal, dan perancangan sistem pengukuran frekuensi pada alat uji getaran (*seismic test*), dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis struktur pada alat uji getaran dengan menggunakan metode FEA untuk base penggerak atas diketahui tegangan maksimum sebesar 43,41 [Mpa], deformasi maksimum 0,176 [mm], regangan sebesar  $3,9 \times 10^{-4}$ , dan faktor keamanan 5,6. Selanjutnya hasil analisis statis pada *connecting rods* diketahui tegangan maksimum sebesar 188,93 [Mpa], deformasi maksimum 0,210 [mm], regangan 0,002, dan faktor keamanan 1,3. Dan yang terakhir hasil analisis *centrifugal load* pada komponen eksentrik diketahui tegangan maksimum sebesar 30,50 [Mpa], deformasi maksimum 0,035 [mm], regangan 0,000, dan faktor keamanan sebesar 8.
2. Hasil modal analisis menunjukkan frekuensi natural pada base penggerak atas sebesar 77,40 Hz dan *connecting rods* sebesar 97,82 [Hz]. Maka dari itu frekuensi kerja yang aman pada rentang 10 – 61,92 [Hz] dan 117,38 – 150 [Hz].
3. Merancang sistem pengukuran frekuensi berbasis *proximity switch* sensor LJC18A3-H-Z/BY berhasil dilakukan dengan hasil pengujian pada fan kecepatan 1 ke 3 adalah 630 [Rpm] – 687 [Rpm].

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan validasi eksperimental terhadap hasil simulasi FEA dan modal analysis untuk membandingkan hasil simulasi dengan kondisi aktual alat.
2. Sistem pengukuran frekuensi yang telah dirancang dapat direalisasikan dan diuji langsung pada alat uji getaran untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan frekuensi.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis dinamis yang lebih mendalam menggunakan harmonic response atau transient analysis untuk





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memperoleh karakteristik getaran yang lebih mendekati kondisi operasi sebenarnya.

4. Nilai faktor keamanan *connecting rods* sebesar 1,3 masih relatif rendah dibandingkan komponen lainnya, sehingga dapat dipertimbangkan optimasi desain atau penambahan dimensi penampang guna meningkatkan umur lelah (*fatigue life*) komponen.
5. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan sensor percepatan (*accelerometer*) sehingga tidak hanya frekuensi yang dapat dipantau, tetapi juga amplitudo dan percepatan getaran yang terjadi selama pengujian.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] S. Astm, “standart methods for vibration testing of shipping containers.”
- [2] P. N. Heri Khoeri, “JURNAL KONSTRUKSI DAN INFRASTRUKTUR Teknik Sipil dan Perencanaan,” vol. 13, no. 3, pp. 256–268, 2025.
- [3] X. Zhang and J. Wang, “Mechanism study on the interaction effects of shaking table array-test structure,” vol. 43, no. 4, pp. 1424–1436, 2024, doi: 10.1177/14613484241259853.
- [4] A. Peraga and G. Translasi, “Institut teknologi bandung 2007,” 2007.
- [5] F. R. Susilo *et al.*, “ANALISIS TEGANGAN VON MISES , DEFORMASI , DAN SAFETY FACTOR PADA RANGKA SEPEDA MOTOR MATIC 110 CC MENGGUNAKAN METODE ELEMEN,” vol. 13, no. 4, pp. 13–20, 2025.
- [6] T. Prahasto, O. Kurdi, N. Iskandar, D. Alif, and W. Putera, “Fatigue Strength Analysis of Fiber Optic Sensor Affected by Temperature Using Finite Element Method,” vol. 6, no. 5, pp. 56–62, 2022.
- [7] D. D. Aryanto, “Comparison of DC Motor Speed Calculation Efficiency between Inductive Proximity Sensor and Rotary Encoder,” vol. 8, no. 1, pp. 19–25, 2023.
- [8] E. K. Wati, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING GETARAN,” vol. 1, no. 1, pp. 35–40, 2023.
- [9] A. Fahri, Y. Rizal, and P. Subekti, “Pengembangan dan Uji Kinerja Alat Uji Getaran Mekanis Skala Laboratorium,” vol. 4, no. 2, pp. 62–66, 2025.
- [10] I. P. dan A. Ruswandi, “Implementasi Reverse Engineering Untuk Peningkatan Kualitas Dan Produktifitas Industri Kerajinan.”
- [11] J. Keith and G. Richard, *Shigley ’ s Mechanical Engineering Design*. 2024.
- [12] W. T. Thomson, “TEdition, F. (n.d.). Theory of Vibration with





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Applications.theory of Vibration with Appiications,” p. 7, 2010.

- [13] J. N. Rahmonovich and Senior, “ANGULAR VELOCITY AND ANGULAR ACCELERATION IN THE ROTATIONAL MOTION OF A RIGID BODY,” pp. 147–150, 2022.
- [14] E. M. Sartika *et al.*, “Perancangan Alat Getar melalui Pemanfaatan Motor AC sebagai Mekanisme Getar,” no. November 2024, pp. 289–305.
- [15] S. S. Rao, “Mechanical Vibrations Sixth Edition in SI Units Access for,” p. 85.
- [16] B. S. Publication, “INTERNATIONAL STANDARD,” vol. 1995, 1995.
- [17] T. Rusianto, “Getaran Mekanis,” 2021.
- [18] G. F. WIBOWO, “PERANCANGAN ULANG PRODUK PTI 1 MENGGUNAKAN METODE REVERSE ENGINEERING,” 2016.
- [19] Y. Hermawan, “40 PENGEMBANGAN DAN ANALISIS ERGONOMI KURSI OPERATOR MESIN VULKANISIR BAN DENGAN METODE REVERSE ENGINEERING Yuni Hermawan 1,” vol. 4, pp. 40–49, 2011.
- [20] D. I. . B. C. C. St, “Final Year - Structural Engineering BSc ( Eng ) 1 . Introduction to Structural Dynamics,” p. 17.
- [21] A. R. Timor, H. Andre, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Andalas, “YANG DITIMBULKAN OLEH GEJALA GEMPA,” no. 3, 2016.
- [22] K. T. Budianto, A. R. Maudina, and A. Triwiyanto, “Rancang Bangun Alat Uji Drop Weight Impact Skala Laboratorium,” vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [23] R. Ibrahim, “RANCANG BANGUN ALAT PENGAYAK MAGGOT SISTEM EKSENTRIK,” p. 5, 2023.
- [24] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. Naufal, I. Ridho, and I. I. Hajar, “Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange ( TDF ) Menggunakan Software Solid Works,” vol. 13, no. 3, pp. 299–306, 2020.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [25] F. A. Ristadi and Y. Ngadiyono, "PERUBAHAN BUDAYA KERJA INDUSTRI DENGAN," vol. 6, no. September, pp. 112–123, 2021.
- [26] L. O. A. B. Nanang Endriatno, "Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pencacah Nilam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," vol. 9, no. 2, pp. 56–64, 2024.
- [27] R. Syaifulloh and A. P. Rusdja, "Analisis Kekuatan Struktur Holder L Pada Robot 7 Axis Dengan Metode Finite Element Analysis ( FEA )," pp. 1155–1161, 2025.
- [28] L. Ari, N. Wibawa, B. Uji, P. Antariksa, and I. Nasional, "Analisis Frekuensi Natural Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench," vol. 5, no. 1, pp. 65–73, 2022.
- [29] A. R. J. Downey and L. Micheli, "Vibration Mechanics," 2026.
- [30] "JIS G 3101 JAPANESE INDUSTRIAL," vol. 3101, 2013.
- [31] G. Jis and G. Jis, "JIS G3101 SS400 steel plate / sheet for general purpose structural steels," p. 86011881.
- [32] K. Nurul, F. Kahar, and R. Nadira, "RANCANG BANGUN ALAT BANTU TUNANETRA MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY," 2023.
- [33] C. Pradhana and M. Sulaiman, "Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I 2 C Menggunakan Arduino IDE dan Proteus 8," pp. 1–6.
- [34] R. N. Natarajan, "Machine design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, p. 102, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [35] B. S. Greenfield and K. Eberle, "NEW API STANDARD 618 (5TH ED.) AND ITS IMPACT ON RECIPROCATING COMPRESSOR PACKAGE DESIGN," vol. 618, no. December 2007, 2008.





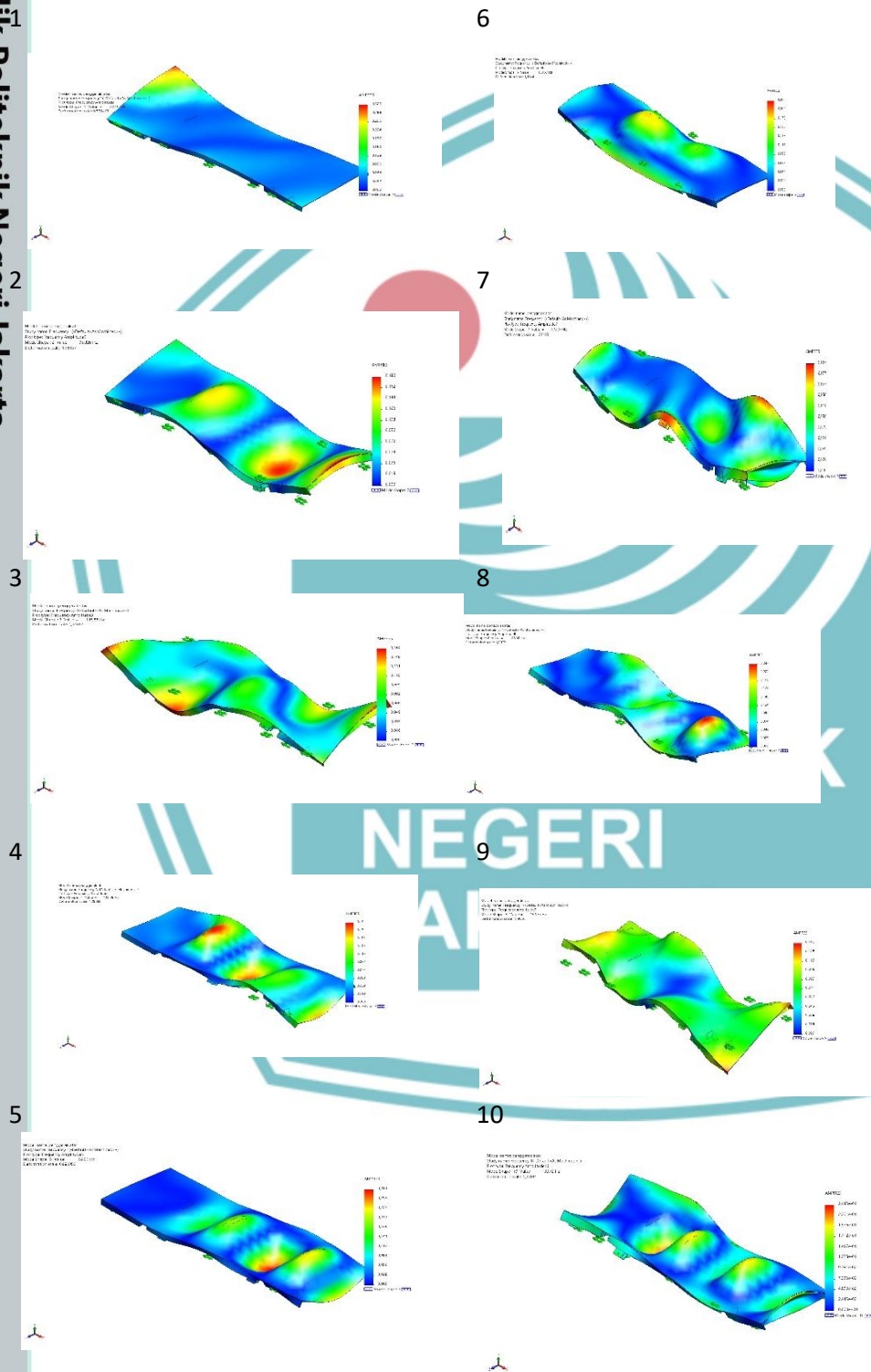
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil 10 Bentuk Frekuensi Natural Penggerak Atas

#### Hak Cipta :

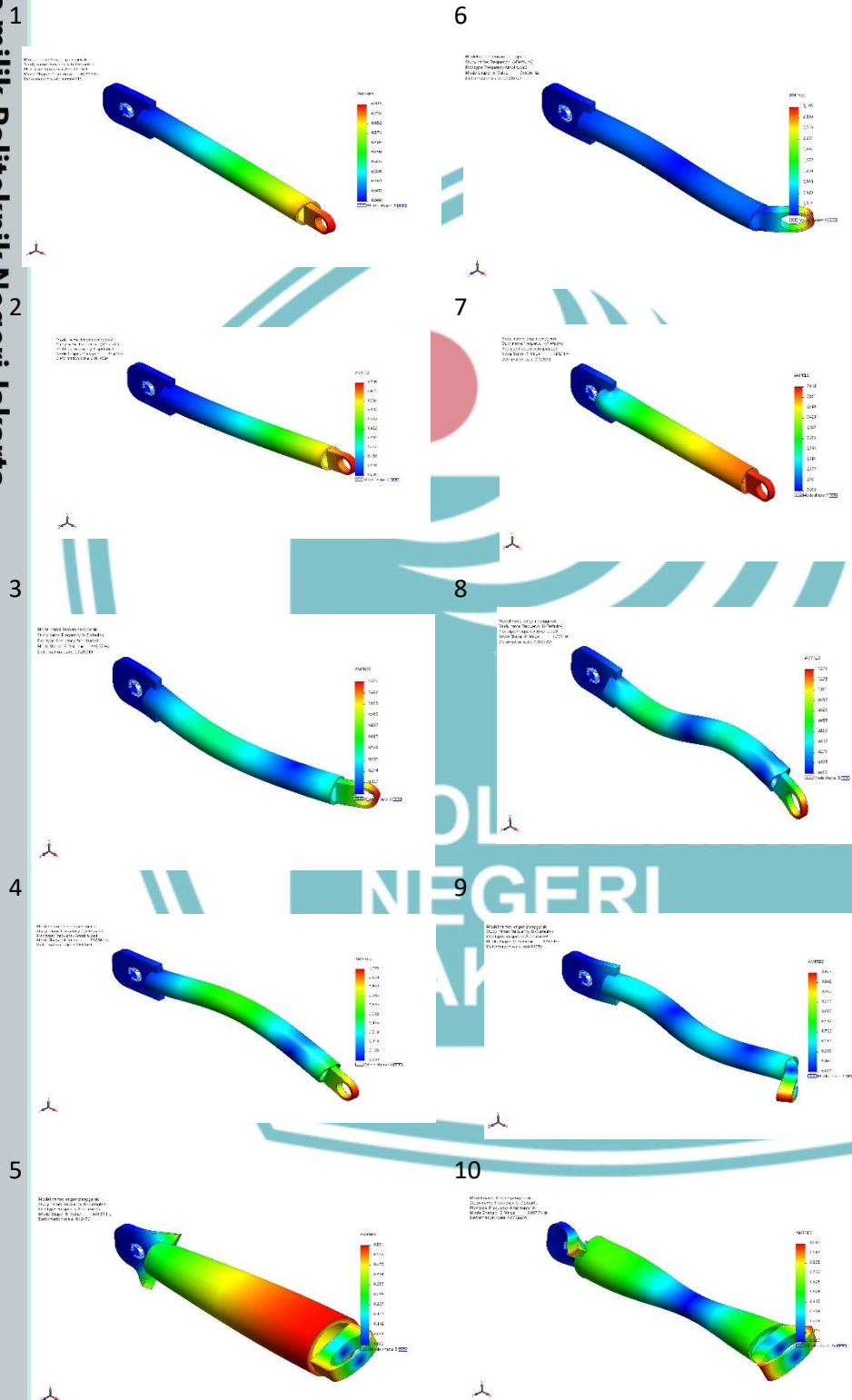
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## lampiran 2 Hasil 10 Bentuk Frekuensi Natural Connecting Rods

### Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







### Lampiran 3 Program arduino sistem sensor Proximity

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
// Sensor pada D3
const byte sensorPin = 3;
// Variabel interrupt
volatile unsigned long count = 0;
volatile unsigned long pulseCount = 0;
unsigned long startTime = 0;
unsigned long lcdTime = 0;
unsigned long sendTime = 0;
unsigned long lastDetectTime = 0;
float frequency = 0;
// ISR (Interrupt Service Routine)
void countPulse()
{
    count++;
    pulseCount++;
    lastDetectTime = millis();
}
void setup()
{
    pinMode(sensorPin, INPUT_PULLUP);
    Serial.begin(115200);
    // Header CSV
    Serial.println("Time(ms),Count,Frequency(Hz)");
```

#### Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Counter System");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Interrupt D3");
delay(2000);
lcd.clear();
startTime = millis();
lastDetectTime = millis();
// Interrupt pada D3
attachInterrupt(
  digitalPinToInterrupt(sensorPin),
  countPulse,
  FALLING
);
}
void loop()
{
  // Hitung frekuensi setiap 1 detik
  if(millis() - startTime >= 1000)
  {
    noInterrupts();
    unsigned long countCopy = count;
    frequency = pulseCount;
    pulseCount = 0;
    interrupts();
    // Kirim data CSV
    Serial.print(millis()/1000.0,3);
```



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
Serial.print(",");
Serial.print(countCopy);
Serial.print(",");
Serial.println(frequency);
startTime = millis();

// Reset setelah 5 detik tidak ada pulsa
if(millis() - lastDetectTime >= 5000)
{
    noInterrupts();
    pulseCount = 0;
    interrupts();
    frequency = 0;
    lastDetectTime = millis();
}

// Update LCD setiap 200 ms
if(millis() - lcdTime >= 200)
{
    lcdTime = millis();
    noInterrupts();
    unsigned long countCopy = count;
    interrupts();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Count:   ");
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print(countCopy);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Freq:     ");
    lcd.setCursor(6,1);
```





```
lcd.print(frequency,1);  
lcd.print("Hz");
```

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta m

#### ampiran 4 Detail Engineering Design Alat Uji Getaran

Hak Ci

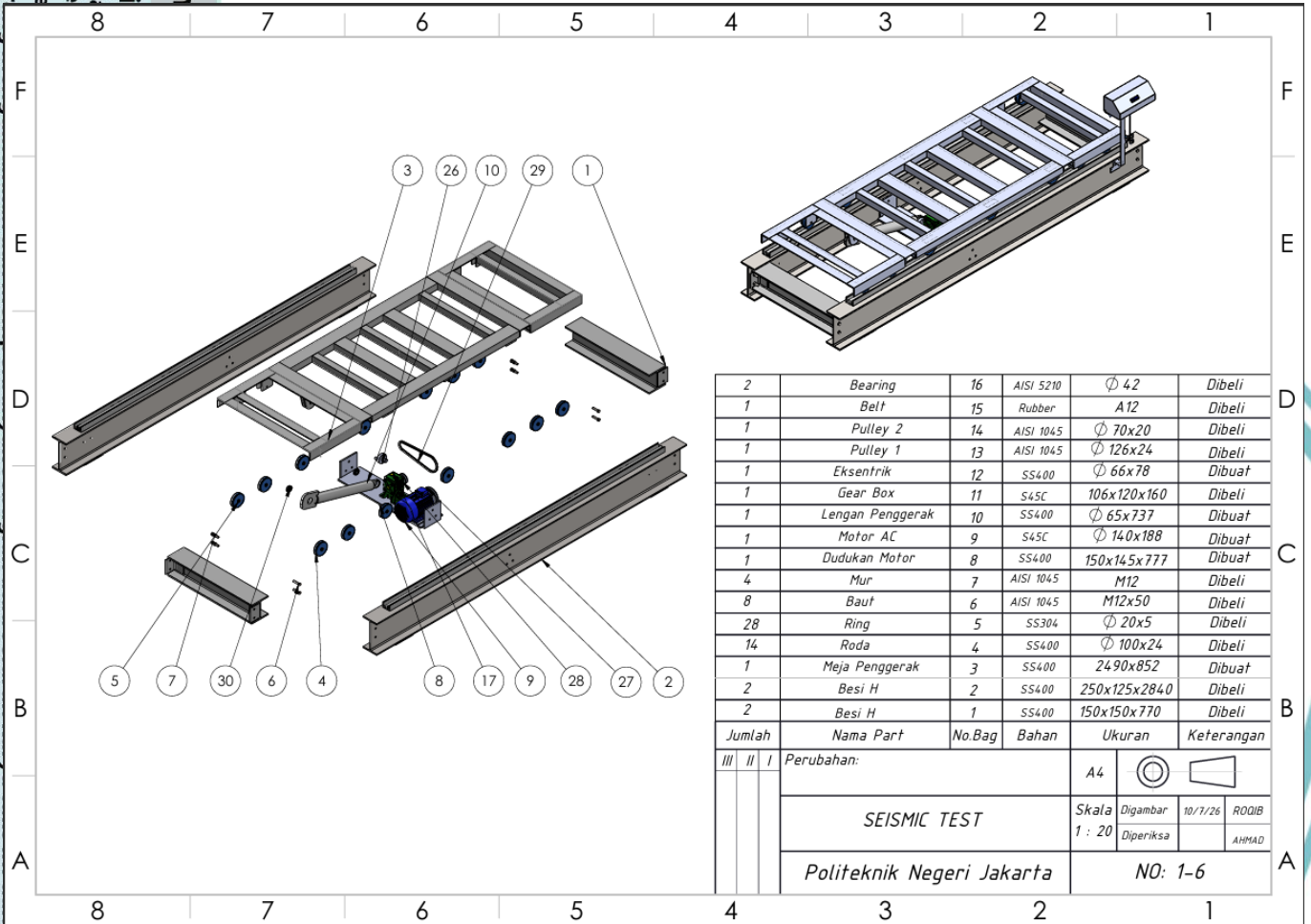
1. Dilar

a. Pe

b. Pe

2. Dilar

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



JAKARTA

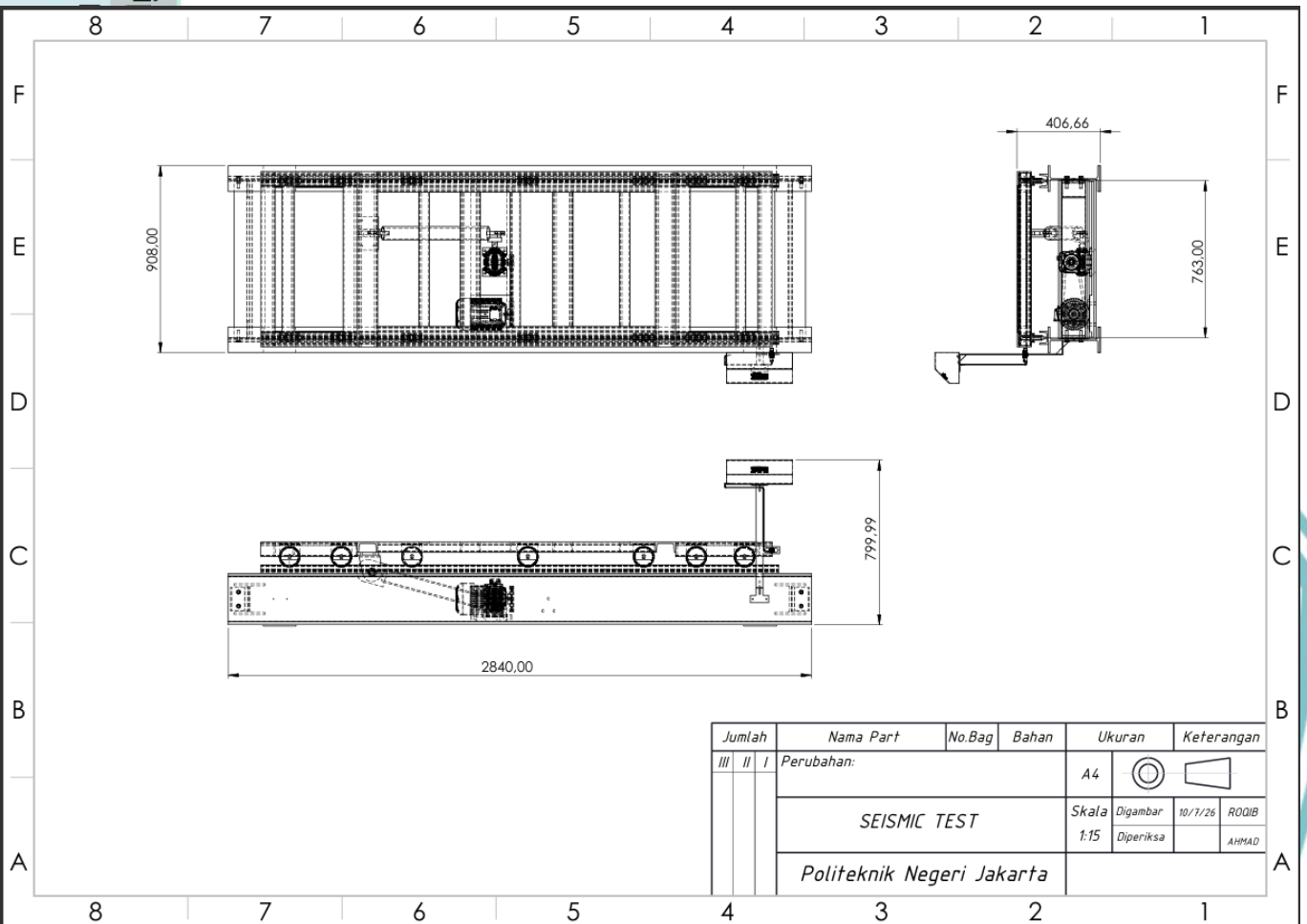
nyebutkan sumber :  
san laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

m bentuk apapun



Hak Cipta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



NEGERI  
JAKARTA

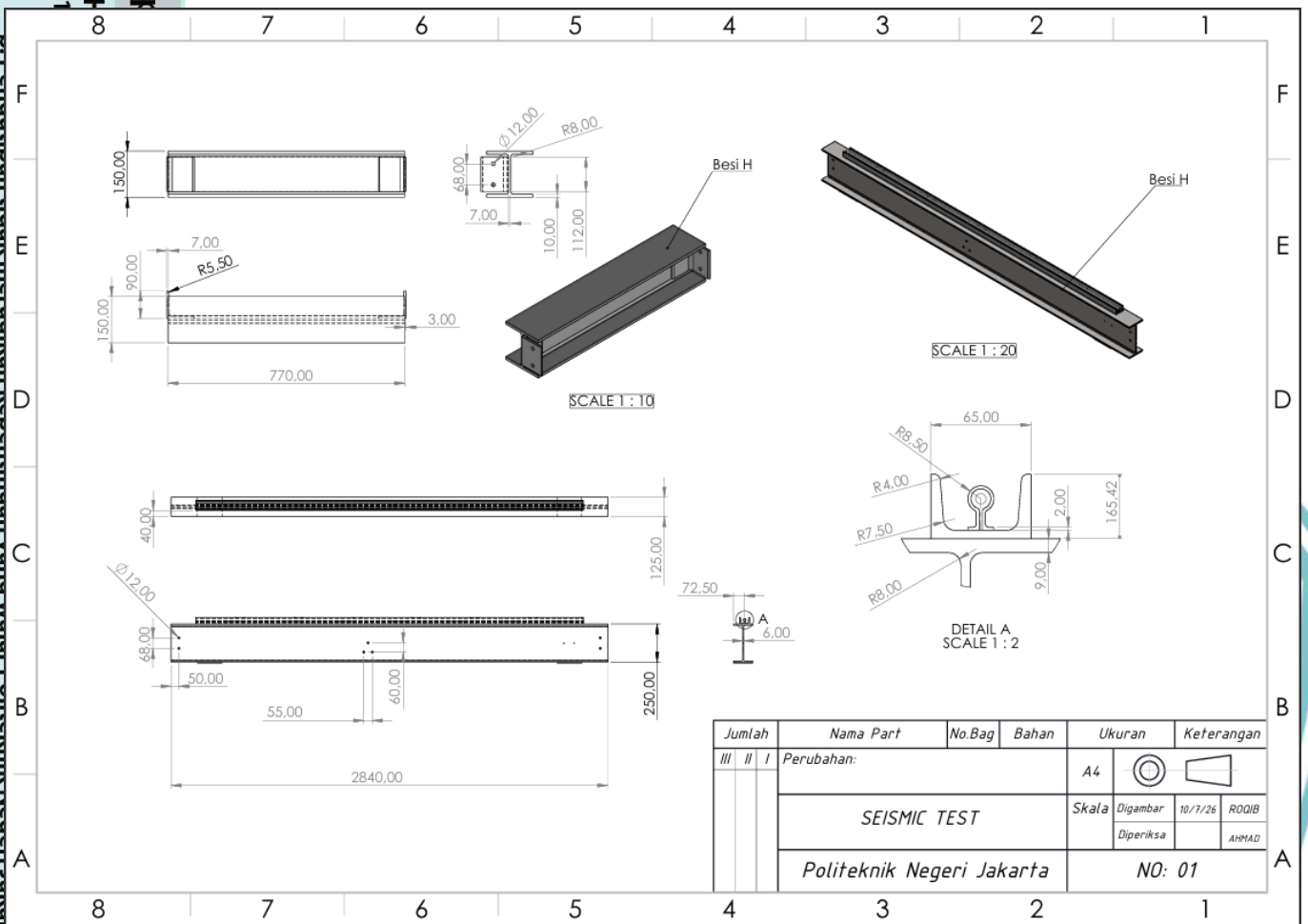
dan menyebutkan sumber :  
penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.





Hak Cipta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



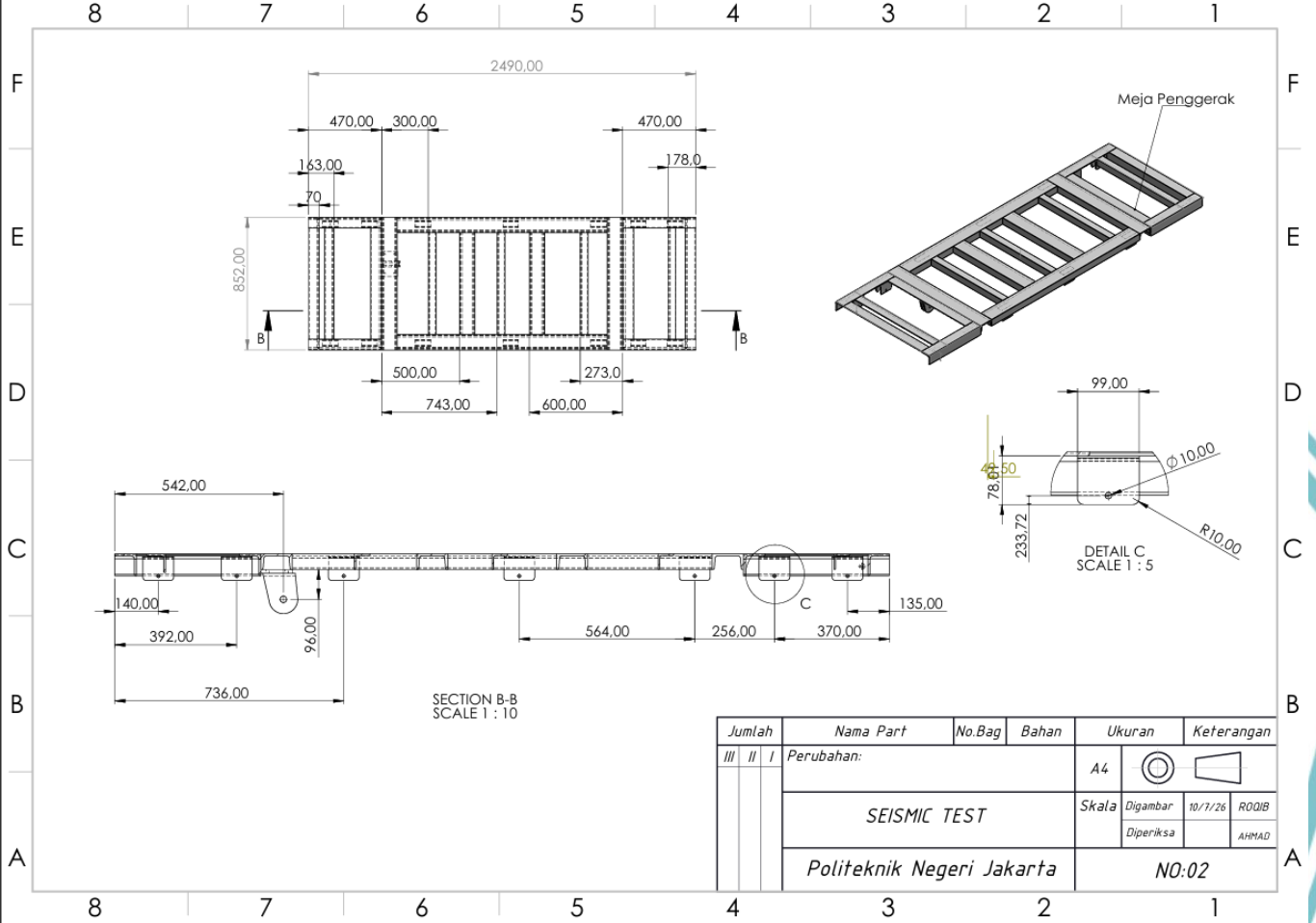
NEGERI  
JAKARTA



Hak Cipta

2. tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Ha



NEGERI  
JAKARTA

menyebutkan sumber :  
penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
dalam bentuk apapun



© Hak Cipta n

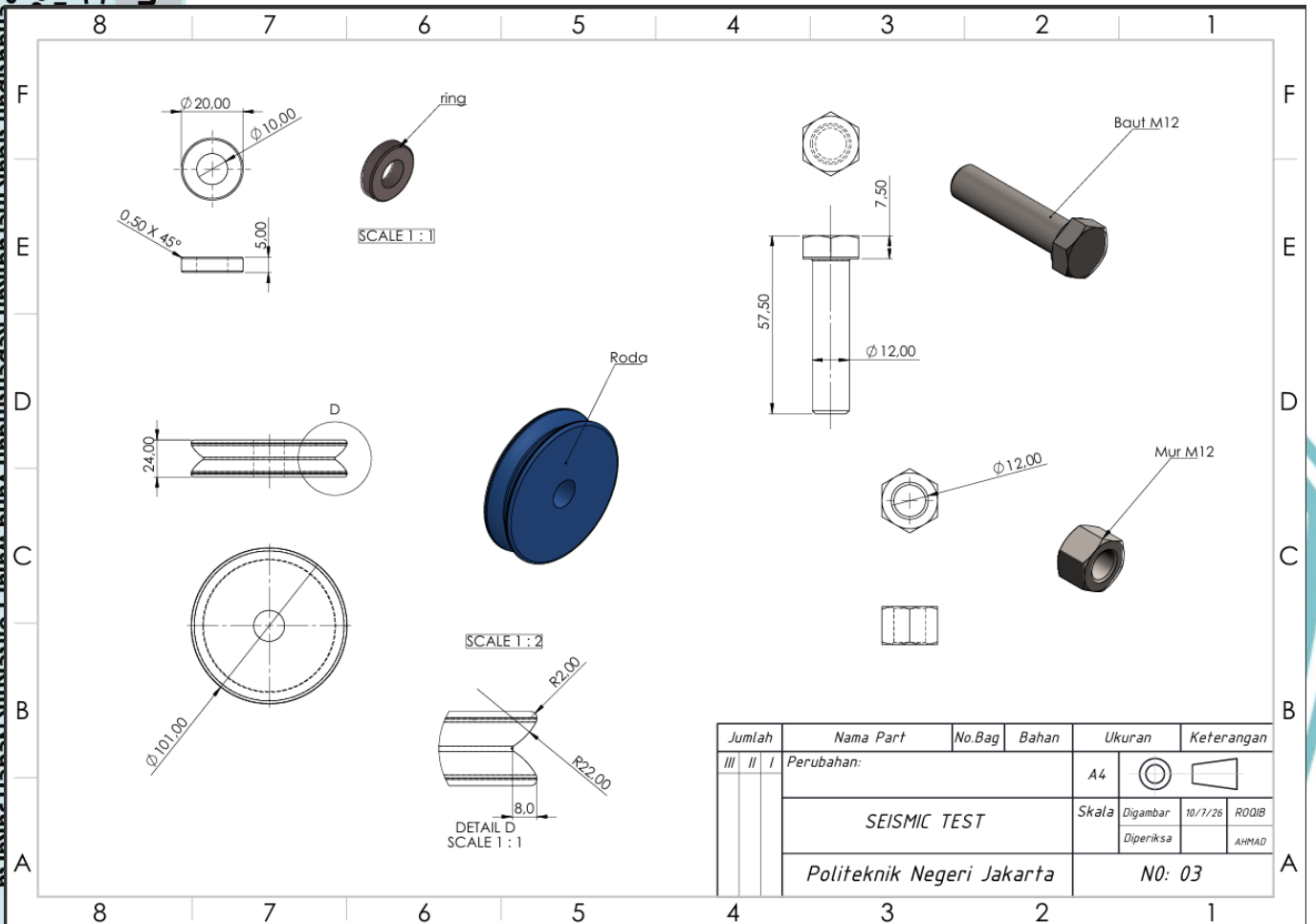
Hak C

1. Dial

a. P

b. P

2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



nyebutkan sumber :  
Isan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.





Hak Cipta

Hak

1. Di

a

b

2. D

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

A

B

C

D

E

F

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

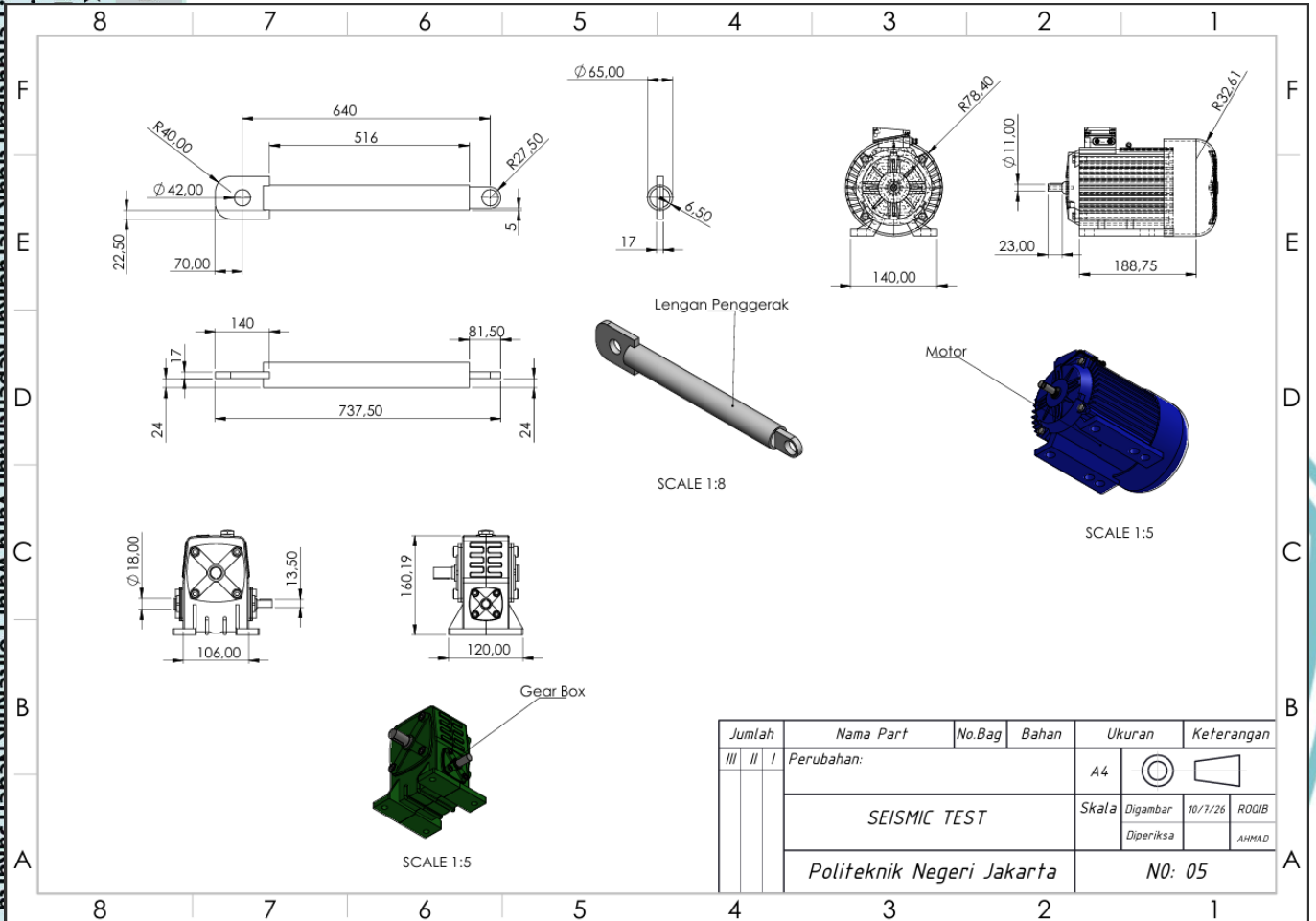
4

3

2

1

8





© Hak Cipta m

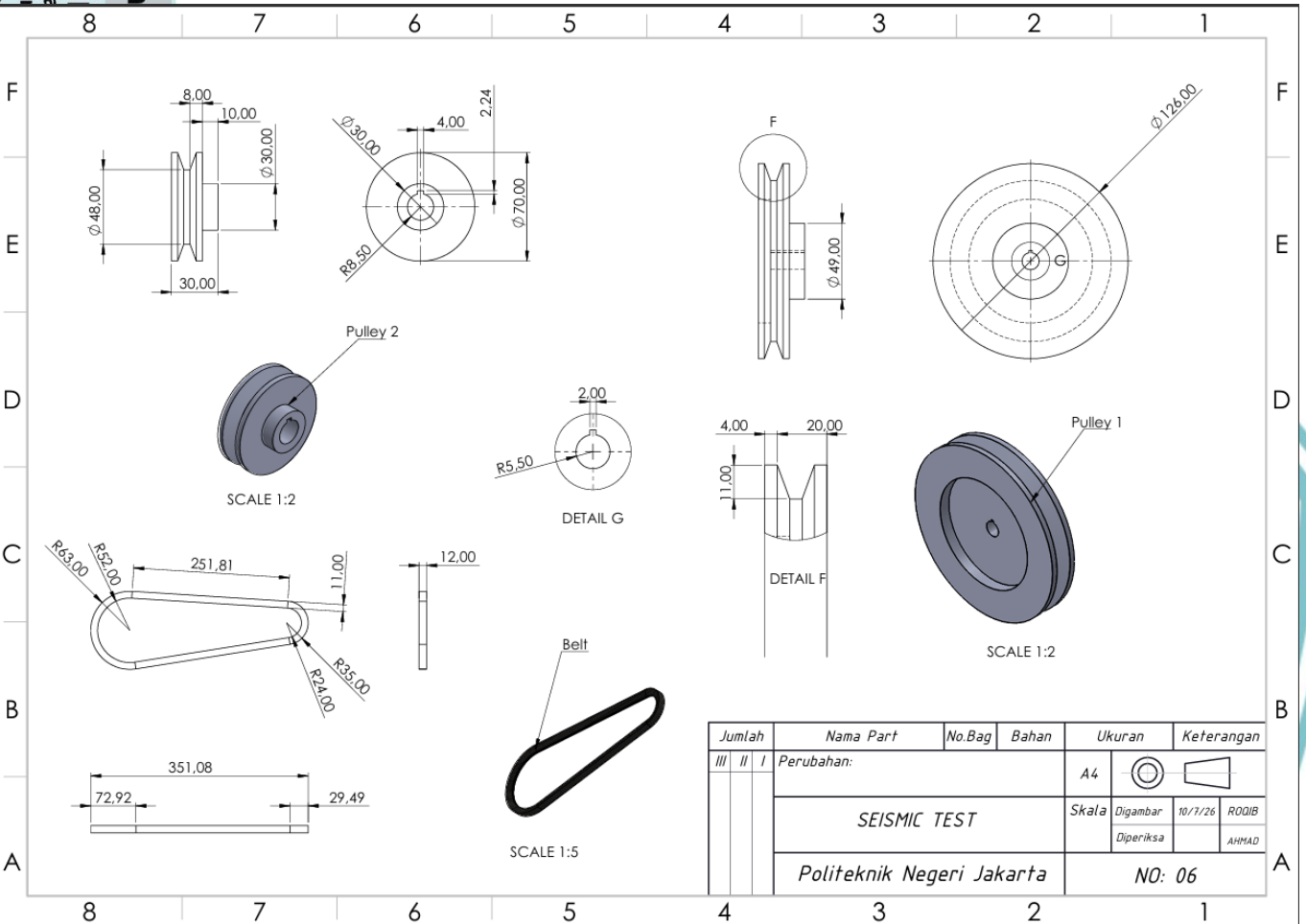
Hak Ci

1. Dilar

a. Pel

b. Peng

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



JAKARTA

nyebutkan sumber :  
san laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.